

# PERKIRAAN SUMBERDAYA ASBUTON DENGAN PENDEKATAN INTERPOLASI KERNEL PADA NILAI TAHANAN JENIS (*THE ESTIMATION OF ASBUTON SOURCE WITH KERNEL INTERPOLATION APPROACH ON RESISTIVITY VALUES TYPE*)

Anwar Yamin<sup>1)</sup>, Nazib Faizal<sup>2)</sup>

<sup>1),2)</sup> Puslitbang Jalan dan Jembatan

<sup>1),2)</sup> Jl. A.H. Nasution No.264, Bandung 40294

<sup>1)</sup> e-mail: anwar.yamin@pusjatan.pu.go.id

<sup>2)</sup> e-mail: nazib.faizal@pusjatan.pu.go.id

Diterima: 07 September 2012, disetujui: 04 Desember 2012

## ABSTRAK

Terdapat gap antara supply dan demand aspal di Indonesia. Dua hal yang telah dilakukan pemerintah untuk itu, yaitu mengimpor aspal dan penggunaan aspal alam yang ada di Indonesia yang dikenal dengan nama Asbuton. Mahalnya biaya eksplorasi dan ketidakjelasan deposit serta pasar Asbuton menyebabkan kurangnya minat investor untuk berinvestasi. Agar industri Asbuton dapat menjadi blue ocean bagi investor, insentif pemerintah yang berkenaan dengan pemanfaatan Asbuton khususnya di bidang eksplorasi sangat diperlukan. Telah banyak makalah yang secara parsial dilakukan namun hasilnya sangat jauh berbeda satu dengan yang lainnya. Tujuan dari makalah ini adalah untuk menjumlahkan secara terukur deposit Asbuton dan untuk mengetahui daerah-daerah di pulau Buton yang mengandung Asbuton. Untuk mencapai tujuan tersebut, dilakukan survey geologi, pengujian geolistrik dan pengeboran pada tempat-tempat yang secara geologi dan litologi mengandung Asbuton. Pendekatan geostatistik dengan menggunakan interpolasi Kernel pada nilai tahanan jenis digunakan untuk pemodelan dalam memperkirakan besarnya deposit Asbuton di pulau Buton, khususnya di Kabupaten Buton. Dari makalah ini diketahui bahwa luas daerah yang mengandung Asbuton di pulau Buton diperkirakan sekitar 37.653,57 ha dengan rincian 36.966,77 ha terdapat di Kabupaten Buton dan 687 ha di Kabupaten Buton Utara. Dari pemodelan stratigrafi diketahui bahwa daerah Kabungka memiliki dua lapisan batuan, yang memiliki kadar Asbuton pada Lapisan-1 ini diperkirakan hanya 1% dan 10% pada Lapisan-2. Berdasarkan analisis volumetrik dari Reed, sumber daya Asbuton di Kabupaten Buton diperkirakan adalah sebesar 746.900.562,88 ton. Dengan menggunakan kadar bitumen optimis (1%), pesimis (35%) dan moderat (24%), maka kandungan bitumen secara optimis, pesimis dan moderat yang terdapat di pulau Buton masing-masing adalah sebesar 7.469.006; 261.415.197 dan 179.256.135 ton bitumen.

**Kata kunci:** Kabupaten Buton, Asbuton, geolistrik, sebaran, sumber daya terukur, interpolasi Kernel

## ABSTRACT

There is a national gap of asphalt supply-demand in Indonesia. Two things that have been done by the government for overcoming this, namely by the import of bitumen and the use of Indonesia's natural which known as Asbuton. The high costs of exploration and uncertainty deposits of Asbuton and its market lead to a lack of investor interest to invest. In order to create Asbuton industry became a blue ocean for investors, government incentives regarding the use Asbuton particularly in the area of exploration is needed. There have been many studies partially conducted but the results are very different from one another. The purpose of this study was to quantify Asbuton deposit and to determine the areas in Butonisland that contain Asbuton. To gain this purpose, geological surveys, geoelectric testing and drilling on places that are geology and lithology containing Asbuton were conducted. Geostatistical interpolation approach using Kernel on resistivity values are used for modeling in order to estimate the amount of Asbuton deposit in Buton island, especially in distric of Buton. It is known from this study that the estimated area of Asbuton in Buton island was 37653.57 ha, in details 36966.77 ha located in distric of Buton and 687 ha in North Buton district. From stratigraphy modeling is known that there are two layers of rock in Kabungka area, the Layer-1 that is a layer of limestone which is the top layer of Sampolakosa Formation and conglomeratic sandstone layers that are part of the Tondo Formation, and Layer-2 which is a layer of rock conglomeratic sand which is also part of the Tondo Formation. The Asbuton

content in Layer-1 is estimated that only 1% and 10% at Layer-2. Based on the volumetric analysis of Reed, Asbuton measured resources on Buton district is about to 746,900,562.88 ton. With assuming of 5% bitumen content, that resource is equivalent to 37,345,028.14 tons of bitumen.

**Keywords:** Buton district, Asbuton, geoelectric, distribution, measured resources, interpolation Kernel

## PENDAHULUAN

Kebutuhan aspal untuk pembangunan, peningkatan dan perawatan jalan di Indonesia dari tahun ketahun terus meningkat. Menurut Direktorat Jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum, pada tahun 2009 saja kebutuhan aspal untuk seluruh jaringan jalan di Indonesia sudah lebih kurang 1 juta ton per tahun dan kebutuhan ini akan terus meningkat hingga beberapa periode pembangunan ke depan. Peningkatan kebutuhan aspal secara nasional ini tidak diikuti oleh peningkatan kapasitas produksi nasional akan aspal, sehingga ada *gap supply-demand* aspal. Untuk menutupi *gap* ini, dua hal yang telah dilakukan pemerintah, yaitu mengimport aspal dan penggunaan aspal alam yang ada di Indonesia.

Keberadaan aspal alam di Indonesia ditemukan di pulau Buton yang merupakan bitumen murni yang berasal dari pemisahan minyak bumi secara alamiah. Bitumen ini merupakan sisa dari minyak bumi yang memiliki dengan berat jenis besar dan terperangkap pada reservoir batuan. Sejalan dengan waktu, gas dan minyak bumi dengan berat jenis ringan yang terkandung dalam batuan tersebut menguap sehingga menyisakan bitumen yang terperangkap dalam matriks batuan tersebut. Aspal alam ini dikenal sebagai Asbuton.

Sejauh ini, pemanfaatan Asbuton belum banyak dilakukan. Mahalnya biaya eksplorasi dan ketidakjelasan deposit serta pasar Asbuton menyebabkan kurangnya minat investor untuk

berinvestasi baik di hulu ataupun di hilir dalam pemanfaatan Asbuton sehingga timbulnya kesulitan untuk mendapatkan Asbuton secara tepat waktu dan kurang kompetitifnya harga Asbuton dibandingkan baik dengan harga semen ataupun dengan harga aspal. Untuk itu, perlu insentif pemerintah untuk menjadikan pulau Buton sebagai *blue ocean* bagi investor untuk berinvestasi khususnya yang berkenaan dengan pemanfaatan Asbuton.

Telah banyak makalah yang dilakukan untuk memperkirakan deposit Asbuton. Namun, makalah-makalah tersebut dilakukan secara parsial dan ada juga dengan hanya berdasarkan peta geologi saja. Dengan demikian, deposit Asbuton yang didapat menjadi bias dan berbeda satu dengan yang lainnya. Pada Tabel 1 dan Tabel 2, ditunjukkan perkiraan cadangan Asbuton yang didapat dari beberapa makalah sebelumnya. Menurut Sulawesi Tenggara Dalam Angka Tahun 2009 (BPS 2009-a), deposit Asbuton adalah 3,5 milyar ton, sedangkan menurut Buton Dalam Angka Tahun 2010 (BPS 2009-b), deposit Asbuton adalah 680 juta ton.

Tujuan dari makalah ini adalah untuk menguantifikasi deposit Asbuton dan untuk mengetahui daerah-daerah di pulau Buton yang mengandung Asbuton. Untuk mencapai tujuan tersebut, deliniasi dan pemilihan daerah yang mengandung Asbuton harus dilakukan, disamping hal ini merupakan salah satu insentif pemerintah untuk pemanfaatan dan pengembangan Asbuton.

**Tabel 1.** Perkiraan cadangan Asbuton di beberapa daerah

No	Lokasi	Bothe (1933)	PT.Saka (1986)
1	Waisin	3600	100 ribu
2	Kabungka	825 ribu	60 juta
3	Winto	kecil	3,2 juta
4	Wariti	-	600 ribu
5	Lawele	jutaan	100 juta

(Sumber: Gompul 1992)

**Tabel 2.** Perkiraan cadangan Asbuton di Lawele

No	Daerah	Deposit Asbuton (juta ton)
1	Batu Awu	60,690
2	Mempenga	29,232
3	Lagunturu	37,149
4	Kabukubuku	41,325
5	Siantopina	181,25
6	Ulala	47,089

(Sumber: Kurniadji 2003)

## KAJIAN PUSTAKA

### Tatanan geologi pulau Buton

Pulau Buton disusun oleh batuan yang dikelompokkan ke dalam batuan masa Mesozoikum berumur Trias hingga masa Kapur-Atas bahkan hingga masa Paleosen yang terdiri atas Formasi Winto, Formasi Ogena, Formasi Rumu, dan Formasi Tobelo. Kelompok kedua adalah batuan masa Kenozoikum berumur Miosen dan Plistosen yang menutupi sebagian besar pulau Buton. Susunan batuan kelompok ini terdiri atas Formasi Tondo, Formasi Sampolakosa dan Formasi Wapulaka yang diendapkan pada masa Miosen awal hingga Plistosen. Formasi Winto merupakan formasi tertua yang tersingkap di pulau Buton yang berumur Trias akhir. Litologinya terdiri atas perselingan batu serpih, batu pasir, konglomerat dan batu gamping, dan mengandung sisa tumbuhan, kayu serta sisipan tipis batubara dengan lingkungan pengendapan neritik tengah hingga neritik luar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 (Sikumbang *et al* 1995).

Peristiwa tektonik yang terjadi berkali-kali di pulau Buton menyebabkan terjadinya struktur lipatan berupa antiklin dan sinklin, serta struktur sesar yang terdiri atas sesar naik, sesar normal dan sesar geser mendatar di pulau tersebut. Secara garis besar, struktur berarah Timurlaut-Baratdaya terdapat di bagian Selatan pulau Buton. Di Buton Tengah, strukturnya berarah Utara-Selatan. Sedangkan di Buton Utara, strukturnya berarah Utara-Baratlaut hingga Selatan-Tenggara. Di pulau ini, sesar-sesar mendatar umumnya memotong struktur utama yang merupakan struktur antiklin-sinklin, dimana secara garis besar struktur ini memiliki arah yang relatif sejajar dengan arah memanjang batuan masa pra-Tersier.

Peristiwa tektonik yang berkali-kali terjadi di pulau Buton ini juga menyebabkan batuan-batuan yang berumur lebih tua mengalami beberapa kali deformasi struktur sehingga batuan yang lebih tua di pulau ini umumnya dijumpai dengan kemiringan lapisan yang relatif tajam, sedangkan batuan yang lebih muda kemiringannya lapisan relatif lebih landai dibandingkan dengan batuan yang berumur tua.

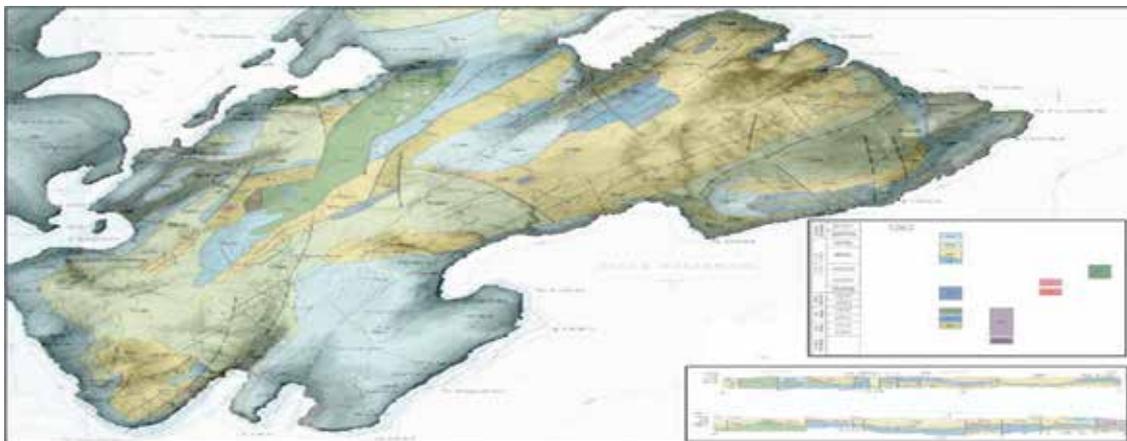
Selain itu, peristiwa-peristiwa tektonik yang terjadi menyebabkan terjadinya

perbedaan pola struktur dari pulau Buton secara keseluruhan, dimana secara garis besar terdapat tiga bagian pola yang berbeda yaitu pola bagian Selatan, pola bagian Tengah dan pola bagian Barat. Lipatan dan patahan yang terbentuk sebagai dampak dari proses tektonik yang terjadi menghasilkan bentuk antiklinorium yang asimetris. Pola struktur di sebelah Selatan pulau memiliki arah Baratlaut-Timurlaut, bagian tengah pulau berarah Utara-Selatan, sedangkan selatan memperlihatkan arah utama Baratlaut-Tenggara sebagaimana yang telah ditunjukkan pada Gambar 1.

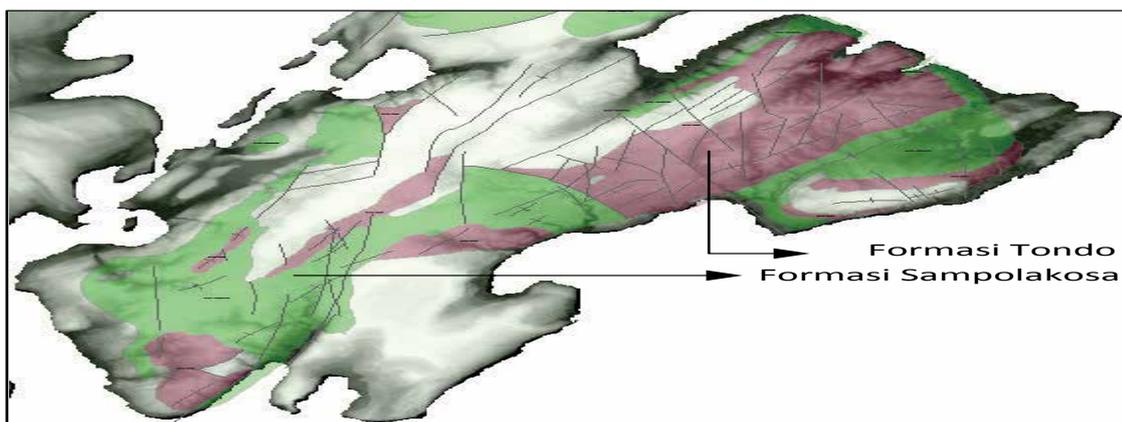
Didasarkan pada bukti-bukti di lapangan, kebanyakan ahli geologi berteori bahwa aspal di pulau Buton berasal dari minyak mentah di kedalaman yang bermigrasi baik secara vertikal ke atas dan atau secara lateral (Hendri *et al* 2011). Bahan atau gas yang lebih ringan yang terkandung dalam minyak yang bermigrasi ini menguap dan menyisakan residu berupa Asbuton. Di beberapa tempat, Asbuton yang kental dan encer yang saat ini terus mengalir ke luar dari permukaan batu. Hanya satu ahli geologi mempertahankan tesisnya dengan menyatakan bahwa Asbuton terbentuk dari lapisan bahan organik yang disebut proto-aspal tanpa membentuk fase minyak.

### Pendugaan daerah deposit Asbuton

Keterdapatannya Asbuton di bagian Selatan pulau Buton berkaitan erat dengan satuan batuan berumur Tersier yang terdapat pada Formasi Tondo dan Formasi Sampolakosa seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 (Sikumbang *et al* 1995). Kedua formasi batuan ini tersusun atas satuan batu pasir dan satuan batu gamping. Kedua satuan batuan ini dianggap sebagai perangkap minyak yang bermigrasi hingga mencapai satuan batuan dari Formasi Tondo dan Sampolakosa tersebut. Pada kedua formasi ini, Asbuton masuk melalui rekahan-rekahan yang terjadi yang dapat berupa sinklin-antiklin ataupun sesar-sesar yang kompleks yang terdapat pada kedua formasi ini. Di daerah Kabungka, Asbuton terbentuk dalam rekahan batu gamping. Sedangkan di daerah Lawele Asbuton ditemukan pada lapisan batu pasir sangat kasar dimana lapisan batu pasir tersebut merupakan bagian atas dari Formasi Sampolakosa.



**Gambar 1.** Geologi regional pulau Buton (Sikumbang *et al* 1995)



**Gambar 2.** Formasi Tondo dan Sampolakosa berumur tersier atas sebagai formasi pembawa Asbuton

Dengan demikian, keterdapatannya Asbuton pada suatu daerah dapat diduga berdasarkan secara genesanya, yaitu :

1. Daerah yang mengalami tektonik yang kuat baik lipatan ataupun sesar.
2. Daerah kontak antara Formasi Tondo dan Formasi Sampolakosa.
3. Daerah yang tersusun atas batu gamping dan batu pasir dari Formasi Sampolakosa, sebagai resapan yang mengisi butiran dengan bentuk lensa-lensa yang tidak beraturan.

Berdasarkan tiga batasan daerah tersebut, selanjutnya dibuat suatu model untuk menghitung sumberdaya Asbuton. Dari model ini daerah deposit Asbuton yang cukup pasti dapat diketahui.

### Pengujian Geolistrik

Pengujian geolistrik merupakan salah satu jenis pengujian yang seringkali digunakan untuk mengetahui gambaran vertikal dan penyebaran batuan dalam perut bumi, eksplorasi air tanah, pencarian mineral logam

dan pendeteksian batu bara (Reynolds 1998). Pengujian geolistrik adalah metode eksplorasi geofisika menggunakan sifat tahanan jenis batuan untuk mempelajari keadaan geologi bawah permukaan (Grandis 1986). Pada prinsipnya pengujian geolistrik adalah pengukuran tahanan jenis (resistivitas) dengan menginjeksikan arus listrik melalui elektroda arus dan mengukur responnya (tegangan) pada elektroda potensial dalam suatu konfigurasi tertentu (Hochstein 1982). Besarnya beda potensial yang disebabkan diukur dipermukaan bumi melalui dua buah elektroda potensial yang ditancapkan dipermukaan (Telford *et al* 1990). Selain tergantung pada besarnya arus yang dialirkan ke dalam bumi, besarnya beda potensial juga tergantung pada letak kedua elektroda potensial yang digunakan terhadap letak kedua elektroda arus yang dipakai dan keadaan batuan yang dilewati arus listrik tersebut. Besarnya tahanan jenis ( $\rho$ ) pada pengujian ini dihitung dengan menggunakan Persamaan (1).

$$P = \frac{2\pi\Delta V}{1} \times \frac{1}{\left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right)\right]} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:  
 $\Delta V$  = beda potensial antara elektroda  $P_1$  dan  $P_2$   
 $P_1$  dan  $P_2$  = elektroda 1 dan 2  
 $r_1, r_2, r_3$  dan  $r_4$  = jarak elektroda

Pengujian geolistrik menggunakan asumsi bahwa lapisan bumi merupakan medium homogen isotropik. Dengan demikian, tahanan jenis yang terukur merupakan tahanan jenis sebenarnya dan tidak tergantung atas spasi elektroda. Pada kenyataannya, bumi bukan merupakan medium homogen isotropik tetapi terdiri dari atas lapisan-lapisan dengan tahanan jenis yang berbeda-beda. Oleh sebab itu, potensial yang diukur pada pengujian geolistrik merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut, sehingga harga tahanan jenis yang terukur bukan merupakan harga tahanan jenis untuk satu lapisan saja.

**HIPOTESIS**

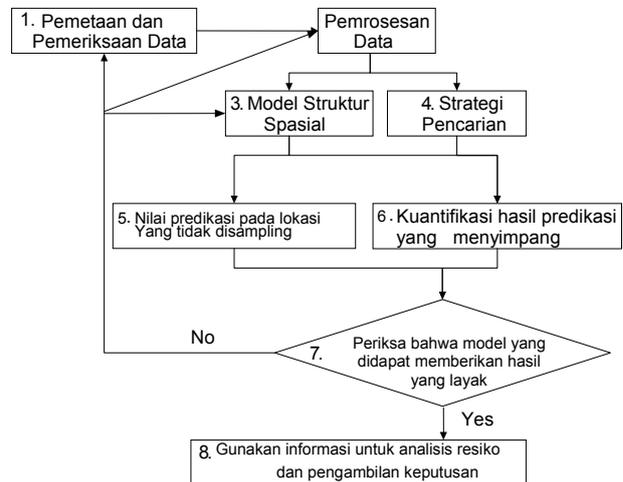
Besarnya deposit asbuton dapat diketahui dengan lebih terukur dengan menggunakan teknik interpolasi Kernel pada nilai tahanan jenis lapisan

**METODOLOGI**

Pendekatan yang dilakukan untuk mencapai tujuan dalam makalah ini adalah dengan melalui pemetaan geologi permukaan dan pendugaan geolistrik dua dimensi pole-dipole untuk mengetahui kondisi bawah permukaan dengan baik. Untuk mendapatkan informasi variasi tanah secara dua dimensi, maka pengujian geolistrik dilakukan baik secara vertikal (*profiling, mapping*) maupun secara horizontal (*sounding*). Untuk interpretasikan gambaran lapisan dalam perut bumi, data hasil pengujian secara geolistrik vertikal ini selanjutnya divalidasi dengan data-data hasil pengeboran di tempat yang sama.

Untuk mengetahui deposit Asbuton digunakan pemodelan metode geostatistik. Pada Gambar 3 ditunjukkan bagan alir pemodelan tersebut. Pada makalah ini,

interpolasi data dilakukan dengan teknik interpolasi Kernel, yaitu suatu interpolasi lokal polinomial orde ke-5 dengan menggunakan Persamaan 2, di mana ketidakstabilan dalam perhitungan ( $r/h > 1$ ) harus dihindari. Model interpolasi Kernel menggunakan jarak terpendek antar titik sehingga titik-titik pada batasan yang ditentukan dihubungkan oleh suatu garis lurus. Dengan teknik ini, perkiraan data hasil interpolasi jauh lebih tepat sehingga dapat memperkecil bias.



**Gambar 3.** Bagan alir pemodelan geostatistik

$$1 - \left(\frac{r}{h}\right)^3 \left(10 - \left(\frac{r}{h}\right) \left(15 - 6 \left(\frac{r}{h}\right)\right)\right), \frac{r}{h} < 1 \dots (2)$$

Keterangan:  
 $r$  = radius dengan pusat pada titik-titik dan digunakan sebagai pengganti Kernel silinder  
 $h$  = bandwidth yang tergantung pada pemilihan fungsi Kernel

Dari data-data ini, selanjutnya dibuatkan model-model geologi berupa model stratigrafi daerah makalah. Selanjutnya model ini digunakan sebagai pendekatan untuk menghitung cadangan terukur Asbuton.

**HASIL DAN ANALISIS**

**Hasil pengujian geolistrik**

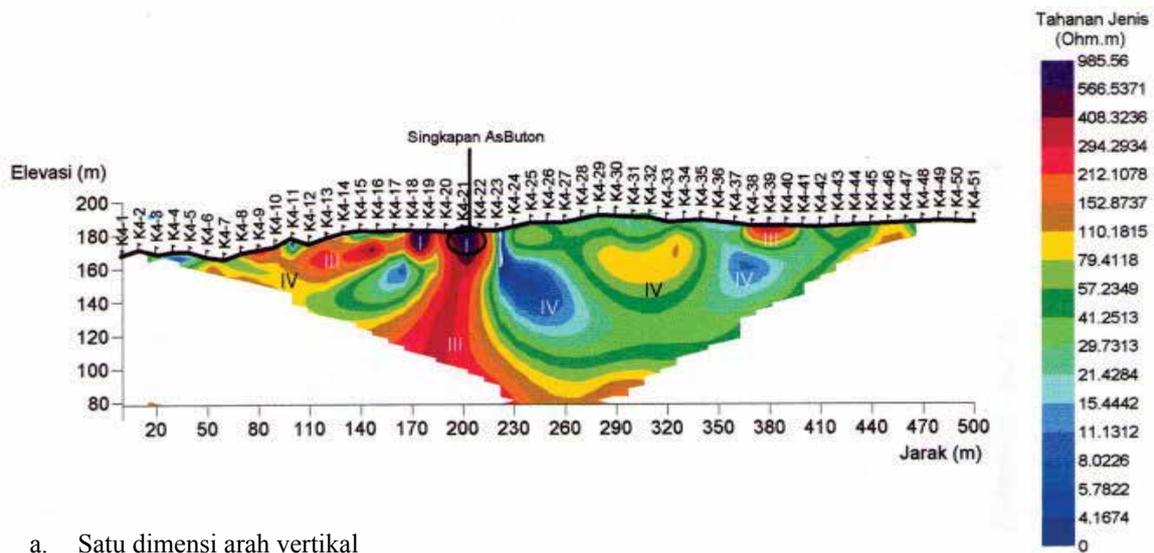
Pengukuran geolistrik tahanan jenis dilakukan di atas singkapan Asbuton yang sudah diketahui sebelumnya dari hasil pemetaan geologi. Pengujian ini dilakukan baik secara vertikal maupun horizontal.

Pada makalah ini, besarnya tahanan jenis yang dihasilkan dari tahanan jenis medium yang diuji dihitung dengan menggunakan Persamaan (1). Dengan mengetahui tahanan jenis Asbuton, keberadaan Asbuton di daerah pemetaan geologi dapat diidentifikasi. Hasil pengujian ini secara tipikal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.

### Hasil pengeboran

Kegiatan pengeboran dilakukan sebagai pembuktian kondisi fisik medium di bawah permukaan terhadap hasil pengujian geolistrik.

Pada makalah ini titik pengeboran dilakukan pada area uji geolistrik pada Formasi Sampolakosa dan Formasi Tondo dimana singkapan Asbutonya secara visual dapat dilihat secara jelas. Kedalamnya pengeboran rata-rata dilakukan sampai dengan kedalaman 40 m dengan kedalaman maksimum pengeboran hanya dapat mencapai 67,5 m. Hasil dari pengeboran ini secara tipikal seperti yang diberikan pada Gambar 5.



a. Satu dimensi arah vertikal



b. Dua dimensi arah vertikal-horizontal

**Gambar 4.** Tipikal hasil pengujian geolistrik



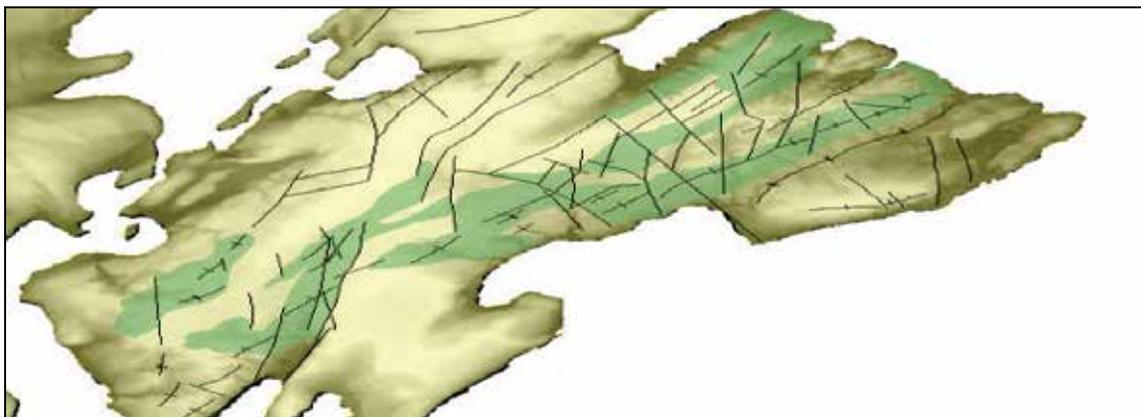
**Gambar 5.** Tipikal hasil pengeboran titik bh-10-Kabungka

Dari hasil pemetaan geologi, diketahui bahwa satuan batu pasir kelanauan merupakan sumber utama Asbuton yang terdapat di daerah Rongi dan Kabungka. Selain terdapat di satuan batu pasir kelanauan, di beberapa tempat pada satuan batu pasir gampingan juga mengandung Asbuton tetapi di beberapa tempat lainnya hanya mengeluarkan aroma aspal.

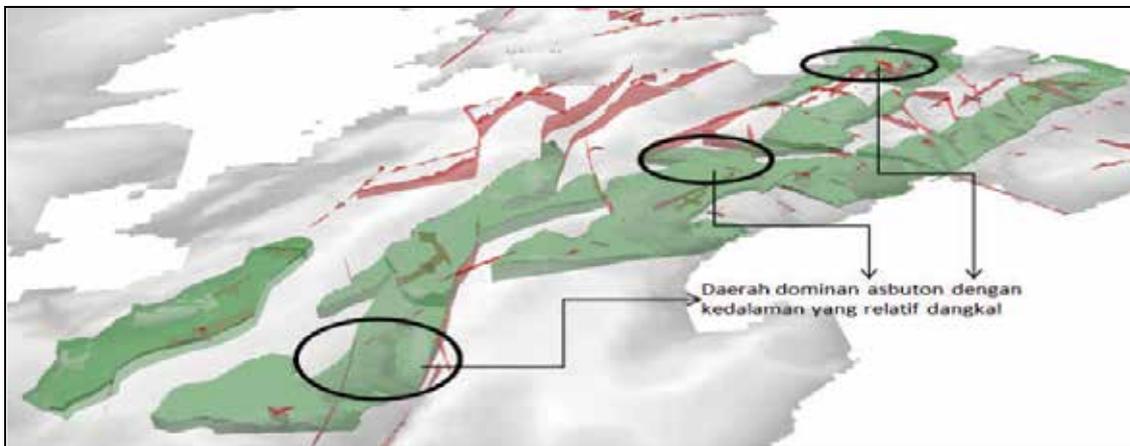
Asbuton yang ditemui di lapangan secara alamiah umumnya massif. Asbuton ini berada pada lapisan dengan kemiringan 5 sampai 20 derajat, mempunyai pelamparan horisontal sesuai dengan arah jurus perlapisan serta perlaparan vertikal searah dengan sudut kemiringan lapisan. Pemetaan yang dilakukan hanya dapat diketahui satuan batuan yang mengandung Asbuton, sedangkan sebarannya di bawah permukaan dapat dipastikan melalui hasil geolistrik dan pengeboran.

Dari hasil uji geolistrik diketahui bahwa Asbuton di pulau ini terdapat pada kedalaman yang bervariasi mulai dari permukaan tanah hingga kedalaman 30 m lebih. Sedangkan dari hasil pengeboran diketahui bahwa ketebalan Asbuton di bawah permukaan tanah bervariasi dengan ketebalan lebih dari 15 m.

Selanjutnya, untuk mengetahui sebaran Asbuton, analisis data dilakukan dengan menghubungkan data singkapan batuan yang mengandung Asbuton yang memiliki karakteristik yang sama dan selanjutnya mengkorelasikannya dengan data geolistrik yang memiliki nilai tahanan jenis yang relatif sama yang diduga sebagai lapisan Asbuton. Dari hasil korelasi ini kemudian dilakukan interpretasi kualitatif untuk mengetahui penyebaran Asbuton di bawah permukaan tanah. Interpretasi ini dilakukan dengan mempertimbangkan penyebaran litologi pembawa Asbuton, stratigrafi, struktur geologi serta pengukuran arah jurus dan kemiringan lapisan. Interpretasi dilakukan dengan menggunakan *software RockWork*, selanjutnya hasil interpretasi ini diintergrasikan ke program ArcGis Versi 10. Pada Gambar 6 ditunjukkan hasil interpretasi sebaran batuan yang mengandung Asbuton di Kabupaten Buton. Pada bagian Utara dari kabupaten ini, sebaran Asbuton secara umum berarah Timurlaut-Baratdaya. Sedangkan pada bagian Selatan, sebarannya cenderung relatif berarah Utara-Selatan. Di beberapa daerah (Gambar 7) di kabupaten ini, yang sebagian besar Asbutonnya terdeposit pada daerah yang relatif dangkal.



**Gambar 6.** Sebaran batuan yang mengandung Asbuton di daerah Kabungka – hasil geostatistik



**Gambar 7.** Sebaran Asbuton pada daerah yang relatif dangkal di Kabupaten Buton

Berdasarkan perhitungan secara spasial dapat diketahui bahwa perkiraan luas daerah yang mengandung Asbuton di kabupaten Buton dan Buton Utara yaitu seperti yang diberikan pada Tabel 3. Secara keseluruhan luas daerah yang mengandung Asbuton di pulau Buton diperkirakan sekitar 37.653,57 ha dengan rincian 36.966,77 ha terdapat di Kabupaten Buton dan 687 ha di Kabupaten Buton Utara. Selain tidak begitu luas, sebaran Asbuton di Kabupaten Buton Utara tidak menerus, umumnya berupa rembesan bahkan hanya berupa bercak aspal. Berdasarkan hal

ini, bahasan selanjutnya dari makalah ini lebih fokus pada cadangan Asbuton di Kabupaten Buton khususnya di daerah Kabungka.

Dari hasil analisis pendugaan geolistrik, pada lokasi pendugaan daerah Kabungka didapatkan 2 jenis perlapisan batuan yang memiliki ketebalan bervariasi. Kedua lapisan batuan ini terlipat kuat dengan adanya struktur antiklin dan sinklin, sesar naik dan sesar geser. Bentuk struktur seperti ini mencirikan bahwa batuan tersebut pernah berkali-kali mengalami tektonik yang cukup kuat.

**Tabel 3.** Perkiraan luas daerah sebaran Asbuton di pulau Buton

Nama Daerah	Luas Sebaran (m <sup>2</sup> )
Kabupaten Buton	
– Rongi	57.755.000
– Kabungka	181.004.200
– Lawele	130.906.500
Total Kabupaten Buton	369.665.700
Kabupaten Buton Utara	
– Epe	1.720.000
– Rota	4.530.000
– Mandullah	620.000
Total Kabupaten Buton Utara	6.870.000
Total Pulau Buton	376.535.700

Dari nilai-nilai tahanan jenis pada daerah Kabungka ini dibuatkan peta iso-resistivity. Peta ini kemudian diinterpolasi dengan menggunakan metoda interpolasi Kernel dengan memperhatikan batasan formasi batuan yang memiliki pola nilai tahanan jenis yang sangat berbeda. Dengan metoda ini didapatkan geometri lapisan batuan pada daerah tersebut, yaitu:

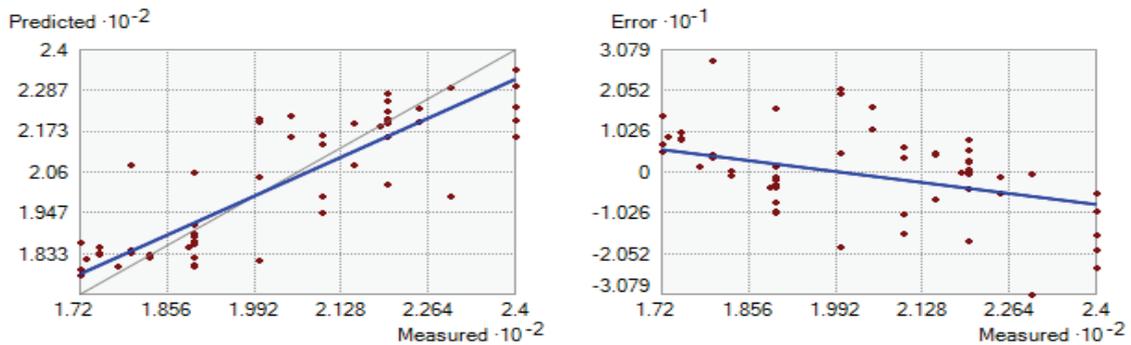
a. Lapisan-1

Lapisan batuan ini terdiri atas batu gamping yang merupakan lapisan paling atas dari Formasi Sampolakosa, serta lapisan batu pasir konglomeratan yang merupakan bagian dari Formasi Tondo. Kemunculan lapisan batuan ini dari permukaan pada ketinggian 240 mdpl (meter dari permukaan laut) hingga pada ketinggian 172 mdpl dengan kedalaman rata-rata 38 meter. Pada

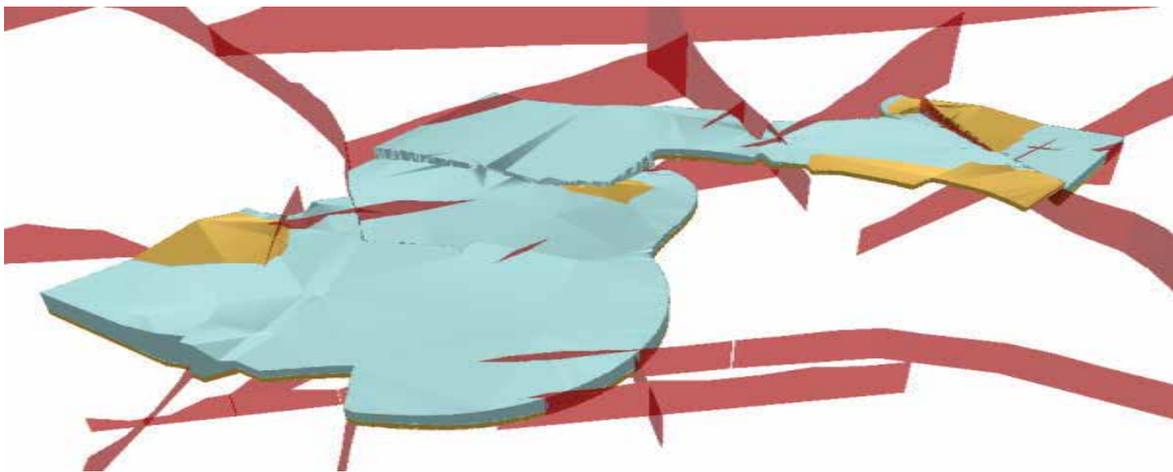
Gambar 8, yang merupakan hasil cross-validation dari interpolasi Kernel Polinomial orde ke-5 dengan menggunakan Persamaan (2) pada Lapisan-1, dapat dilihat bahwa pada Lapisan-1 sedikitnya ada dua kelompok nilai tahanan jenis yang dinyatakan sebagai dua satuan batuan yang berbeda yaitu batu

gamping dan batu pasir konglomeratan.

Data geostatistik yang dihasilkan, didapatkan gambaran geometri dari batuan yang pada Lapisan-1, yaitu seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9. Berdasarkan gambar tersebut, volume pada batuan ini diperkirakan sebesar 703.228.655,69 ton.



**Gambar 8.** Hasil interpolasi Kernel polinomial orde ke-5 pada lapisan-1

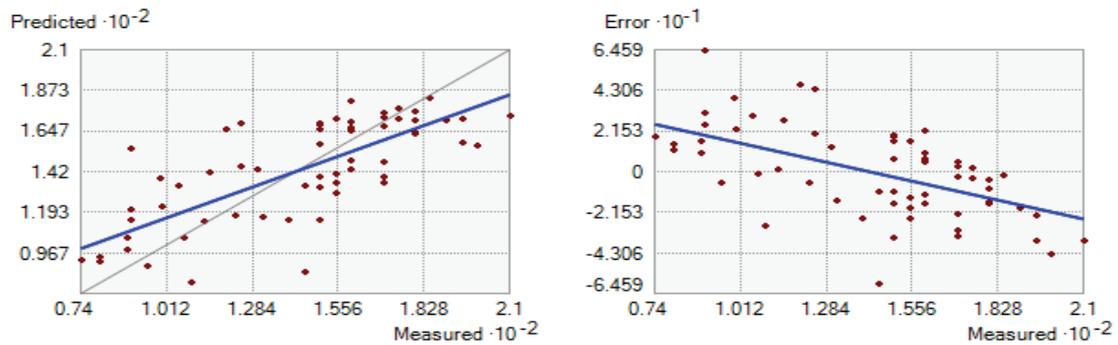


**Gambar 9.** Geometri satuan batu gamping dan satuan batu pasir konglomeratan lapisan-1

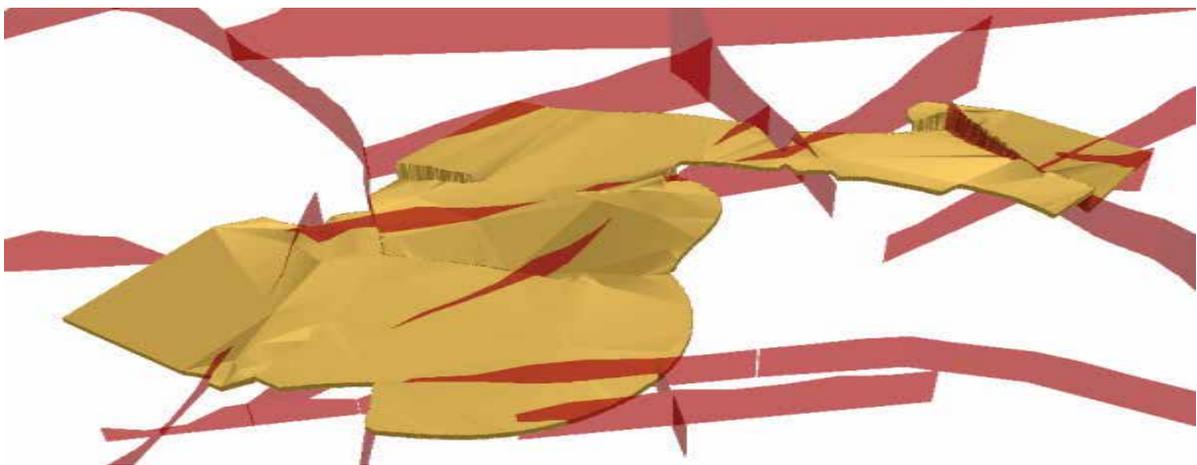
b. Lapisan-2

Lapisan batuan ini merupakan lapisan batu pasir konglomeratan yang juga merupakan bagian dari Formasi Tondo. Kemunculan lapisan batuan ini dari permukaan pada ketinggian 95 mdpl hingga pada ketinggian 230 mdpl dengan kedalaman hingga 20 meter dari permukaan. Gambar 10 yang merupakan hasil cross-validasi dari interpolasi Kernel Polinomial orde ke-5 memperlihatkan bahwa nilai tahanan jenis batuan di dominasi oleh satu kelompok batuan

dengan tingkat *error* yang bervariasi. Hal ini kemungkinan disebabkan karena adanya pengaruh tingkat kejenuhan aspal yang menutupi pori-pori pada batuan tersebut. Selain itu, *error* yang terjadi mungkin juga disebabkan karena adanya perkembangan patahan pada kedalaman ini. Gambaran geometri dari batuan yang pada Lapisan-2 ini seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11. Berdasarkan gambar tersebut, volume batuan pada Lapisan-2 diperkirakan sebesar 417.077.994,41 Ton.



**Gambar 10.** Hasil interpolasi Kernel Polinomial orde ke-5 pada lapisan-2



**Gambar 11.** Geometri satuan batu pasir konglomeratan lapisan-2

## PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian geolistrik dan pengeboran pada daerah-daerah singkapan Asbuton diketahui bahwa lapisan Asbuton memiliki tahanan jenis yang berbeda-beda. Hal ini menunjukkan bahwa kekerasan (jenis) Asbuton yang terdapat di suatu tempat yang sama adalah tidak sama. Ketebalan lapisan Asbuton ini berbeda-beda walaupun dalam satu lubang pengeboran yang sama.

Letak deposit Asbuton Asbuton di pulau Buton bervariasi, ada yang terdapat di permukaan tanah (tanpa overburden) dan pada kedalaman tertentu (30m) dari permukaan tanah. Dari hasil pengeboran tidak diketahui secara pasti sampai kedalaman berapa lapisan Asbuton tersebut terdapat. Hal ini disebabkan karena pengeboran yang dilakukan dapat menembus hanya sampai kedalaman 67,5 m dan bahkan

lebih kecil lagi pada tempat-tempat yang mengandung Asbuton yang lebih lunak. Oleh sebab itu, perhitungan deposit Asbuton yang dilakukan hanya sebatas ketebalan yang dapat dibor saja. Ketebalan lapisan Asbuton pada kedalaman pengeboran yang dapat dicapai dapat dianggap sebagai ketebalan ekonomis yang dapat ditambang adalah setebal 15 m.

Dari peta iso-resistivity tahanan jenis yang selanjutnya diinterpolasi dengan menggunakan metoda interpolasi Kernel diketahui bahwa tidak semua tempat di pulau Buton mengandung Asbuton. Pada bagian Utara Kabupaten Buton, deposit Asbuton yang terdapat di terbentang dari Timurlaut sampai ke Baratdaya kabupaten tersebut dan di bagian Selatan sebarannya berarah Utara-Selatan.

Dari hasil diinterpolasi inipun diketahui bahwa secara umum pulau Buton terdiri dari dua lapisan utama, yaitu Lapisan-1 yang

merupakan batu gamping dengan ketebalan 38 m. Di bawah lapisan ini terdapat Lapisan-2 yang merupakan lapisan batu pasir konglomeratan dengan ketebalan sekitar 20 m.

Dengan memperhatikan luas sebaran dan ketebalan masing-masing lapisan, volume Lapisan-1 dan Lapisan-2 diperkirakan masing-masing sebesar 703.228.655,69 ton dan 417.077.994,41 ton.

Dengan volume tersebut, rasio volume kedua lapisan (Lapisan-1: Lapisan-2) adalah 0,63 : 0,37. Sedangkan dari hasil beberapa titik bor diketahui bahwa pada Lapisan-1 kandungan Asbutonnya sangat sedikit (<1%) dan cenderung berupa bintik-bintik hitam. Sedangkan kandungan Asbuton pada Lapisan-2 adalah lebih besar, diperkirakan sekitar 10%. Jika nilai ratio ini dianalogikan pada sebaran Asbuton secara keseluruhan dan kandungan Asbuton masing-masing lapisan dianggap relatif sama maka akan dihasilkan nilai sumberdaya pada daerah pulau Buton bagian selatan ini. Berdasarkan hal tersebut dan dengan menggunakan *Volumetric Analysis* dari Reed (2007), maka sumberdaya Asbuton di daerah Buton Selatan diperkirakan sebesar 746.900.562,88 ton. Menurut BSN (1998), cadangan sumber daya yang didapat dari tahapan survey eksplorasi adalah cadangan sumber daya terukur (*measured resources*). Berdasar pernyataan tersebut, dapat dikatakan bahwa sumber daya Asbuton terukur di Kabupaten Buton adalah sebesar 746.900.562,88 ton.

Besarnya perbedaan kandungan Asbuton yang didapat dalam studi ini dengan jumlah yang didapat oleh Gompul, (1992) dan Kurniadji (2003) diduga sebagai akibat dari perbedaan luas daerah makalah dan metode pengukurannya. Pada makalah ini luas daerah yang diukur adalah mencakup seluruh daerah sebaran Asbuton sepulau Buton. Sedangkan volume kandungan Asbutonnya didapat dari hasil interpolasi Kernel pada peta isoresistivity hasil pengujian nilai tahanan jenis dengan alat geolistrik. Dengan demikian, hasil yang didapat dari makalah ini lebih mewakili dan lebih akurat.

Dari hasil pengujian pada 5 contoh Asbuton dari Kabungka dan Lawele, Kurniadji (2012) mendapatkan kadar bitumen minimum, maksimum dan rata-rata masing-masing sebesar 16; 37 dan 27%. Dengan menggunakan 50 contoh Asbuton dari Kamaru, Wasiu, Kabungka,

Lawele, Suandala dan Kabukubuku, Tjitjik (2012), mendapatkan kadar bitumen minimum, maksimum dan rata-rata masing-masing sebesar 1; 35 dan 24%. Dengan menggunakan data ini, bila kadar bitumen optimis, pesimis dan moderat diasumsikan berdasarkan hasil penelitian Wasiah (2012), yaitu sebesar 1; 35 dan 24%, maka dari seluruh cadangan terukur tersebut di atas (746.900.562,88 ton) memiliki kandungan bitumen secara optimis, pesimis dan moderatnya masing-masing adalah sebesar 7.469.006; 261.415.197 dan 179.256.135 ton bitumen.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang didapatkan dari pemodelan batuan mengandung Asbuton ini antara lain ini adalah:

1. Dari hasil ini diketahui bahwa pada daerah Kabungka terdapat 2 lapisan yang berbeda, yaitu lapisan batu gamping dan lapisan batu pasir konglomeratan.
2. Luas daerah yang mengandung Asbuton di pulau Buton diperkirakan sekitar 37.653,57 ha; 36.966,77 ha di Kabupaten Buton dan 687 ha di Kabupaten Buton Utara.
3. Kandungan Asbuton terbesar terdapat di daerah Kabungka.
4. Dengan teknik interpolasi Kernel dikatakan bahwa sumber daya Asbuton terukur di Kabupaten Buton adalah sebesar 746.900.562,88 ton.
5. Dengan menggunakan kadar bitumen optimis (1%), pesimis (35%) dan moderat (24%), maka kandungan bitumen secara optimis, pesimis dan moderat yang terdapat di pulau Buton masing-masing adalah sebesar 7.469.006; 261.415.197 dan 179.256.135 ton bitumen.

### Saran

Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk mengetahui jenis (kekerasan) dan kadar bitumen asbuton dari daerah studi. Dengan pengujian ini diharapkan jenis asbuton dan kuantitas bitumen dari cadangan asbuton di pulau Buton dapat terukur dengan cukup akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 1998. *Klarifikasi Sumberdaya dan Cadangan Batubara*. SNI 13-5014-1998. Jakarta: BSN.
- Badan Pusat Statistik Sulawesi Tenggara. 2009a. *Sulawesi Tenggara Dalam Angka Tahun 2009*. Sulawesi: BPS Propinsi Sulawesi Tenggara.
- Badan Pusat Statistik. 2009b. *Kabupaten Buton Dalam Angka Tahun 2009*. Buton: Badan Pusat Statistik. Kabupaten Buton.
- Gompul, D. 1992. *Lapis Permukaan Jalan dengan Menggunakan Asbuton Mikro*. Puslitbang Jalan dan Jembatan. Laporan Penelitian.
- Grandis, H. 1986. Penerapan Metode Gaya Berat dan Tahanan Jenis Dalam Eksplorasi Pendahuluan Daerah Prospek Panas bumi. Thesis. ITB.
- Hadisi, H., dan Tjitjik, W. S. 2011. *Karakteristik Asbuton, Deposit dan teknologi Penambangan Asbuton*. Puslitbang Jalan dan Jembatan. Informatika. Bandung.
- Hochstein, M. P. 1982. *Introduction to Geothermal Prospecting*. Auckland: University of Auckland.
- Kurniadji. 2003. *Pemanfaatan Asbuton Lawele untuk Perkerasan Jalan*. Laporan Akhir Penelitian. Bandung: Puslitbang Prasarana Transportasi.
- \_\_\_\_\_ 2012. *Penyempurnaan Prototype Alat Ekstraksi – Penelitian dan Pengembangan Teknologi Asbuton*. Laporan Akhir. Bandung: Penelitian. Puslitbang Prasarana Transportasi.
- Reed, J. P. 2007. “Volumetric Analysis and Three Dimensional Virsualization of Industrial Mineral Deposits”. In 43th Forum on Geology of Industrial Minerals 2007. Colorado: Colorado Geological Survey.
- Reynolds, J.M. 1998. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. New York: John Willey and Sons.
- Sikumbang, N., dkk. 1995. *Peta Geologi Lembar Buton skala 1:100.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Telford, W. M., L. P. Geldart, and R. E. Sheriff. 1990. *Applied Geophysics*. Second Edition. New York: Cambridge and Hall.
- Wasiah, Tjitjik. 2012. *Karakteristik Asbuton dan Konsesi Penambangan – Penelitian dan Pengembangan Teknologi Asbuton*. Laporan Akhir Penelitian. Bandung: Puslitbang Prasarana Transportasi.